

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-177573

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04L 12/46

H04L 12/66

H04Q 3/00

(21)Application number : 09-351997

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.12.1997

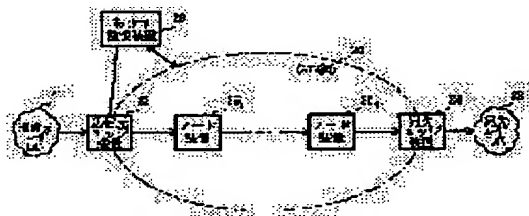
(72)Inventor : NISHIHARA MOTOO

(54) CONGESTION AVOIDANCE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently utilize a network resource by avoiding congestion generated within an ATM network with simple constitution to connectionless traffic.

SOLUTION: A transmission source edge equipment 23 and a destination edge device 24 are arranged at the boundary between the ATM network 20 and user LANs 21, 22 to repeat by node equipments 251 to 25n. A network monitoring device 26 monitors the ATM network 20 and is connected with a transmission source edge equipment 23. The average flow-in speed of packets from the transmission source user LAN 21 is measured to detect congestion by external blocking and the average flow-in speed to the equipment 23 is regulated by a calculated allowable flow-in speed to avoid congestion. In addition, congestion caused by internal blocking is detected by the detecting result of congestion by external blocking and the detecting result of internal node congestion at the node equipments and the device 26 changes a transferring route or changes an intra-network resource.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3191754

[Date of registration]

25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-177573

(43)公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51)IntCl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

G

12/46

H 0 4 Q 3/00

12/66

H 0 4 L 11/00

3 1 0 C

H 0 4 Q 3/00

11/20

B

審査請求 有 請求項の数 7 F D (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平9-351997

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

(22)出願日 平成9年(1997)12月8日

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 西原 基夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

特許法第30条第1項適用申請有り

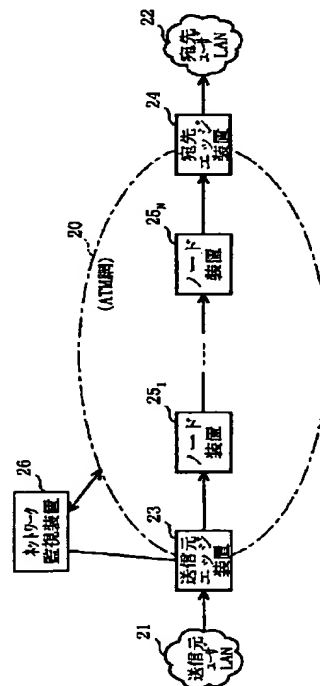
(74)代理人 弁理士 山内 梅雄

(54)【発明の名称】 輻輳回避システム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 コネクションレストラヒックに対して簡易な構成でATM網内に発生する輻輳を回避し、ネットワーク資源を効率的に活用する。

【解決手段】 ATM網20とユーザLAN21、22との境界に送信元エッジ装置23と宛先エッジ装置24を配置し、ノード装置25₁〜25_nで中継する。ネットワーク監視装置26はATM網20を監視し送信元エッジ装置23に接続される。送信元ユーザLAN21からのパケットの平均流入速度を計測して外部ブロッキングによる輻輳を検出し、算出した許容流入速度により送信元エッジ装置23への平均流入速度を規制して輻輳を回避する。また外部ブロッキングによる輻輳の検出結果とノード装置での内部ノード輻輳の検出結果より内部ブロッキングによる輻輳を検出し、ネットワーク監視装置26により転送経路を変更または網内リソースを変更する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非同期転送モードの転送パケットを送信する送信元ユーザネットワークと、この送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先となる宛先ユーザネットワークと、前記送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先ごとに前記送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測する平均流入速度計測手段と、送信元ごとの前記平均流入速度の総和が前記宛先ユーザネットワークへの転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を検出する第1輻輳検出手段と、前記平均流入速度の総和と前記転送速度に基づいて前記送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットを許容する平均流入速度としての許容流入速度を算出する許容流入速度算出手段と、前記第1輻輳検出手段によって第1の輻輳が検出されたときには前記送信元ユーザネットワークから流入するパケットの前記平均流入速度を前記許容流入速度以下で流入させる流入速度変更手段とを具備することを特徴とする輻輳回避システム。

【請求項2】 非同期転送モードの転送パケットを送信する送信元ユーザネットワークと、この送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先となる宛先ユーザネットワークと、前記送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先ごとに前記送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測する平均流入速度計測手段と、送信元ごとの前記平均流入速度の総和が前記宛先ユーザネットワークへの転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を検出する第1輻輳検出手段と、前記平均流入速度の総和と前記転送速度に基づいて前記送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットを許容する平均流入速度としての許容流入速度を算出する許容流入速度算出手段と、前記第1輻輳検出手段によって第1の輻輳が検出されたときには前記送信元ユーザネットワークから流入するパケットの前記平均流入速度を前記許容流入速度以下で流入させる流入速度変更手段と、前記送信元ユーザネットワークと前記宛先ユーザネットワークの間で送受信される転送パケットを中継する中継ノードと、この中継ノードの受信側で受信したパケットの転送速度がこの中継ノードの送信側の転送速度より大きいときに発生する内部ノード輻輳を検出する内部ノード輻輳検出手段と、この内部ノード輻輳検出手段によって前記内部ノード輻輳が検出され、かつ前記第1輻輳検出手段により前記第1の輻輳が検出されないときに発生する第2の輻輳を検

出する第2輻輳検出手段と、前記送信元ユーザネットワークから前記宛先ユーザネットワークへの転送に対応して転送経路を表わす転送経路情報を格納する転送経路データベースと、前記第2輻輳検出手段によって第2の輻輳が検出されたときには前記内部ノード輻輳検出手段によって前記内部ノード輻輳が検出された中継ノードを転送経路として避ける転送経路をこの転送経路データベースから検索する転送経路検索手段と、この転送経路検索手段によって検索された転送経路に基づいて転送を行わせる転送経路制御手段とを具備することを特徴とする輻輳回避システム。

【請求項3】 前記計測された平均流入速度は輻輳管理のための第1の輻輳管理パケットによって通知され、前記第1輻輳検出手段により検出された第1の輻輳はこの第1の輻輳管理パケットに対応して返送する第2の輻輳管理パケットによって通知されることを特徴とする請求項1記載の輻輳回避システム。

【請求項4】 前記計測された平均流入速度は輻輳管理のための第1の輻輳管理パケットによって通知され、前記第1輻輳検出手段により検出された第1の輻輳と前記内部ノード輻輳検出手段による検出結果はこの第1の輻輳管理パケットに対応して返送する第2の輻輳管理パケットによって通知されることを特徴とする請求項2記載の輻輳回避システム。

【請求項5】 前記送信元ユーザネットワークから前記宛先ユーザネットワークへの転送に割り当てるリソースを変更するリソース変更手段と、前記第2輻輳検出手段によって第2の輻輳が検出され前記転送経路制御手段によって転送経路を変更しても前記第2の輻輳が解消しないときにはこのリソース変更手段に対してリソースの割り当て変更を要求するリソース変更要求手段とを具備することを特徴とする請求項2記載の輻輳回避システム。

【請求項6】 前記許容流入速度は全ての流入速度変更手段が同じ速度であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の輻輳回避システム。

【請求項7】 前記転送経路制御手段は、ルーズソースルーティングにより転送経路の変更を行って転送を行わせることを特徴とする請求項2記載の輻輳回避システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、輻輳回避システムに係わり、詳細にはコネクションレストラヒックを転送する非同期転送モード (Asynchronous Transfer Mode: ATM) 網内で発生する輻輳を検出するとともにこれを自律的に回避する輻輳回避システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年イーサネット (Ethernet) のような既存のLAN (Local Area Network) 系の通信技術を

ベースに、ユーザが導入してきた端末などの資産を生かし、高速通信技術あるいはスケラビリティのある広帯域伝送技術としてATM通信が注目されている。このATM通信は宛先情報などの転送制御情報を付加して転送データとともに固定長に区切ったセルを転送単位としており、このようなセルを各ATMスイッチで中継しながら宛先となるネットワークに転送するようになっている。

【0003】しかし、情報通信等の分野でこのようなATM通信が多用されると、転送情報量の増大や特定ノードへの負荷集中による輻輳によって転送データの廃棄などの不都合が生じるようになり、このような輻輳を回避する技術の重要性が増している。

【0004】このような輻輳を回避するために、ATM網内などのネットワークへの転送パケットが流入する入り口において、ATM網内から通知された輻輳状態により対応するコネクションに対してトラヒック制御を行うような輻輳回避システムが知られている。このようなシステムでは、同じ転送経路上に確立される複数の仮想パス識別子 (Virtual Path Identifier: VPI) と仮想チャネル識別子 (Virtual Channel Identifier: VCI) で一意に決まる仮想的な通信路をコネクショングループとして定義する。ATM通信では1本の物理回線や仮想パスの中に複数本のVPIとVCIで一意に決まる仮想的な通信路を確立することができるので、輻輳が発生したコネクションに対して最小限のセル廃棄に抑えつつ効率的な資源活用を行うことができる。

【0005】図14はこのような従来提案された輻輳回避システムの原理を説明するための説明図である。この輻輳回避システムでは、各転送パケットは複数のコネクション11₁、11₂、11₃からコネクション群12を経由してネットワーク13に流入している。コネクション監視手段14₁、14₂、14₃は各コネクション11₁、11₂、11₃からコネクション群12に流入する転送パケットを監視し、転送パケットの流量を監視するようになっている。さらに、コネクション群監視手段15は、コネクション群12に転送される転送パケットを監視し、コネクション群定義手段16によって定義されたコネクションのグループごとにその転送パケットの流量を監視する。

【0006】制御手段17は監視モードと制御モードという2モードの制御を切り換えることができ、コネクション監視手段14₁、14₂、14₃とコネクション群監視手段15の制御を行う。監視モードは転送パケットの流量が予め設定した閾値を越えるか否かを監視する動作モードであり、制御モードは転送パケットの流量がこの閾値を越えたときに超過したパケットを廃棄したり、セル損失優先表示 (Cell Loss Priority: CLP) により廃棄の優先度の制御を行う動作モードである。

【0007】非輻輳状態では、コネクション監視手段1

4₁、14₂、14₃を監視モードで動作させ、コネクション群監視手段15を制御モードで動作させる。すなわちコネクション群12からネットワーク13に流入するパケットを制御して、コネクション群単位でパケット流量を規制し、ネットワーク13内で輻輳が発生しないようにしている。また、輻輳状態では、コネクション11₁、11₂、11₃それぞれのパケットの流量を監視しているコネクション監視手段14₁、14₂、14₃の監視結果に基づいて、パケット流量が閾値を越えているコネクションを認識する。そして、そのコネクションに対応するコネクション監視手段14₁、14₂、14₃のいずれかを制御モードに切り換えるようになっている。すなわち輻輳の発生しているコネクションに対してのみ、パケット流量を規制するようになっている。

【0008】このような輻輳回避システムのネットワークの入口でポリシングと呼ばれるトラヒックの流入規制を行う輻輳回避に関する技術は、例えば特開平9-149046号公報の「パケット流量監視制御方式」に開示されている。

【0009】また、このようなネットワークの入口でトラヒックの流入規制を行わず、ネットワーク内に分散配置されたATMスイッチ内で動的にトラヒックの規制を行う技術が、例えば特開平8-204721号公報の「非同期転送モード網における輻輳制御方式」に開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このような従来提案された輻輳回避システムは、ネットワークの入口あるいはATMスイッチ内でのみ転送流量を監視して輻輳を回避しているにすぎず、ネットワーク全体の資源を効率的に運用しているとはできない。

【0011】すなわち特開平9-149046号公報に開示されている技術では、ネットワークの入口でトラヒックの流入規制を行っているが、予想されるトラヒックごとにコネクショングループとして定義する必要があるため、コネクションレストラヒックのように動的に容量が変更し、かつ性質を規定することが困難なトラヒックに対しては、適用することが困難である。また、仮に適用してもネットワーク資源を効率的に割り当てるために複雑な処理が必要となる。

【0012】また特開平8-204721号公報に開示されている技術では、ATMスイッチ内でのみ動的にトラヒックの規制を行うため、ネットワーク全体においてトラヒックを監視して輻輳を回避する制御を行うためには、付加装置と分散配置されたATMスイッチ同士の転送状況からそれを最適に制御するための複雑な処理が必要であり、ネットワーク全体に拡張することは困難である。

【0013】また、ATMフォーラムにより、既に定められた固定の経路上において、この経路上のネットワー

クの資源を各トラヒックに動的に割り当てる技術としてATM網におけるABR規定が勧告されている。しかしこのABR (Available BitRate) 規定では端末間のフロー単位にトラヒックを管理する必要があり、複雑な網内装置やエッジ装置の構築が必須となる。また、経路を動的に変更する方式や経路変更を実施する条件の規定がなされていないため、ネットワーク資源を動的に、かつ効率的に運用することができないか、あるいは仮に運用できたとしても複雑で高度な処理が必要になる。

【0014】そこで本発明の目的は、このようなコネクションレストラヒックに対して簡易な構成でATM網内に発生する輻輳を検出してこれを回避し、ネットワーク資源を効率的に活用するようにした輻輳回避システムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)非同期転送モードの転送パケットを送信する送信元ユーザネットワークと、(ロ)この送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先となる宛先ユーザネットワークと、(ハ)送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先ごとに送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測する平均流入速度計測手段と、(ニ)送信元ごとの平均流入速度の総和が宛先ユーザネットワークへの転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を検出する第1輻輳検出手段と、(ホ)平均流入速度の総和と転送速度に基づいて送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットを許容する平均流入速度としての許容流入速度を算出する許容流入速度算出手段と、(ヘ)第1輻輳検出手段によって第1の輻輳が検出されたときには送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度を許容流入速度以下で流入させる流入速度変更手段とを輻輳回避システムに具備させる。

【0016】すなわち請求項1記載の発明では、非同期転送モードにおいて送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへの転送パケットについて、平均流入速度計測手段によって送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測するようにしている。そして送信元ごとに測定した平均流入速度の総和が宛先ユーザネットワークへ送出する転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を第1輻輳検出手段で検出し、許容流入速度算出手段によってこの送信元ごとの平均流入速度の総和と宛先ユーザネットワークへの転送速度により許容流入速度を算出する。さらに、第1の輻輳が検出されたときには送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度がこの算出した許容平均流入速度以下になるようにパケットの流入速度を変更するようにしている。

【0017】請求項2記載の発明では、(イ)非同期転送モードの転送パケットを送信する送信元ユーザネット

ワークと、(ロ)この送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先となる宛先ユーザネットワークと、

(ハ)送信元ユーザネットワークからの転送パケットの宛先ごとに送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測する平均流入速度計測手段と、(ニ)送信元ごとの平均流入速度の総和が宛先ユーザネットワークへの転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を検出する第1輻輳検出手段と、(ホ)平均流入速度の総和と転送速度に基づいて送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットを許容する平均流入速度としての許容流入速度を算出する許容流入速度算出手段と、(ヘ)第1輻輳検出手段によって第1の輻輳が検出されたときには送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度を許容流入速度以下で流入させる流入速度変更手段と、(ト)送信元ユーザネットワークと宛先ユーザネットワークの間で送受信される転送パケットを中継する中継ノードと、(チ)この中継ノードの受信側で受信したパケットの転送速度がこの中継ノードの送信側の転送速度より大きいときに発生する内部ノード輻輳を検出する内部ノード輻輳検出手段と、

(リ)この内部ノード輻輳検出手段によって内部ノード輻輳が検出され、かつ第1輻輳検出手段により第1の輻輳が検出されないときに発生する第2の輻輳を検出する第2輻輳検出手段と、(ヌ)送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへの転送に対応して転送経路を表わす転送経路情報を格納する転送経路データベースと、(ル)第2輻輳検出手段によって第2の輻輳が検出されたときには内部ノード輻輳検出手段によって内部ノード輻輳が検出された中継ノードを転送経路として避けるように転送経路をこの転送経路データベースから検索する転送経路検索手段と、(ヲ)この転送経路検索手段によって検索された転送経路に基づいて転送を行わせる転送経路制御手段とを輻輳回避システムに具備させる。

【0018】すなわち請求項2記載の発明では、非同期転送モードにおいて送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへの転送パケットについて、平均流入速度計測手段によって送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの平均流入速度を計測する。そして、これら送信元ごとに測定した平均流入速度の総和が宛先ユーザネットワークへ送出する転送速度より大きいときに発生する第1の輻輳を第1輻輳検出手段で検出するようにしている。さらに、許容流入速度算出手段によってこの送信元ごとの平均流入速度の総和と宛先ユーザネットワークへの転送速度より許容流入速度を算出して、第1の輻輳が検出されたときには送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度がこの算出した許容平均流入速度以下になるようにパケットの流入速度を変更するようにしている。また、送信元ユーザネットワークと宛先ユーザネットワーク間の転送パケッ

トを中継する中継ノードにおいて発生する内部ノード輻輳を検出し、第1の輻輳が発生していないときにこの内部ノード輻輳が検出されたときには第2の輻輳の発生を検出するようにしている。この第2の輻輳の発生が検出されたときには、転送経路データベースに基づいて、この第2の輻輳が発生したパケットの転送経路上の内部ノード輻輳が検出された中継ノードを転送経路として避けるように新たな転送経路に変更するようにしている。

【0019】請求項3記載の発明では、請求項1記載の輻輳回避システムで、計測された平均流入速度は輻輳管理のための第1の輻輳管理パケットによって通知され、第1輻輳検出手段により検出された第1の輻輳はこの第1の輻輳管理パケットに対応して返送する第2の輻輳管理パケットによって通知されることを特徴としている。

【0020】すなわち請求項3記載の発明では、第1の輻輳を検出するための平均流入速度の計測結果と第1の輻輳の検出結果の通知をそれぞれ第1および第2の輻輳管理パケットによって行うようにしている。

【0021】請求項4記載の発明では、請求項2記載の輻輳回避システムで、計測された平均流入速度は輻輳管理のための第1の輻輳管理パケットによって通知され、第1輻輳検出手段により検出された第1の輻輳と内部ノード輻輳検出手段による検出結果はこの第1の輻輳管理パケットに対応して返送する第2の輻輳管理パケットによって通知されることを特徴としている。

【0022】すなわち請求項4記載の発明では、第1の輻輳を検出するための平均流入速度の計測結果と第1の輻輳の検出結果および内部ノード輻輳検出手段による検出結果の通知をそれぞれ第1および第2の輻輳管理パケットによって行うようにしている。

【0023】請求項5記載の発明では、請求項2記載の輻輳回避システムで、送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへの転送に割り当てるリソースを変更するリソース変更手段と、第2輻輳検出手段によって第2の輻輳が検出されて転送経路制御手段によって転送経路を変更しても第2の輻輳が解消しないときにはこのリソース変更手段に対してリソースの割り当て変更を要求するリソース変更要求手段とを具備することを特徴としている。

【0024】すなわち請求項5記載の発明では、第2輻輳検出手段によって第2の輻輳が検出されて転送経路制御手段によって転送経路を変更しても第2の輻輳が解消しないときには、ネットワークに割り当てられるリソースを変更するリソース変更手段に、リソースの割り当て変更を要求するようにしている。

【0025】請求項6記載の発明では、請求項1または請求項2記載の輻輳回避システムで、許容流入速度は全ての流入速度変更手段が同じ速度であることを特徴としている。

【0026】すなわち請求項6記載の発明では、すべて

の送信元ユーザネットワークから流入する平均流入速度を同じ許容流入速度で規制するようにしている。

【0027】請求項7記載の発明では、請求項2記載の輻輳回避システムで、転送経路制御手段は、ルーズソースルーティングにより転送経路の変更を行って転送を行わせることを特徴としている。

【0028】すなわち請求項7記載の発明では、ルーズソースルーティングにより転送経路の変更を行って転送を行わせることを特徴としている。

【0029】

【発明の実施の形態】

【0030】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0031】図1は本発明の一実施例における輻輳回避システムの構成の概要を表わしたものである。この輻輳回避システムでは、ATM網20と、送信元ユーザLAN (Local Area Network) 21と、宛先ユーザLAN 22のネットワークが構成されている。ATM網20と送信元ユーザLAN 21との境界には送信元エッジ装置23が、ATM網20と宛先ユーザLAN 22との境界には宛先エッジ装置24がそれぞれ配置されている。ATM網20内にはノード装置25₁, ..., 25_nが分散配置されており、送信元エッジ装置23と宛先エッジ装置24間の転送パケットを中継するようになっている。これらエッジ装置23、24とノード装置25₁, ..., 25_nは、ATM網20において半永久的なVP (Virtual Path)により接続されており、コネクションレスデータ転送用のネットワークを公衆ATM網にオーバーレイさせることができる。すなわち、公衆ATM網は、コネクションレスデータ転送用のネットワークに一部のVPリンクリソースを与えることができるようになっている。

【0032】また各エッジ装置23、24は送信元ユーザLAN 21や宛先ユーザLAN 22等のユーザLAN側のLANインタフェースを終端し、ATM網側のATMインタフェースを終端する。

【0033】さらに、この輻輳回避システムはネットワーク監視装置26を有しており、ATM網内の輻輳状況を監視し、このネットワーク監視装置26と送信元エッジ装置23は接続され、ATM網20内の監視と輻輳状況の通知そして輻輳時の転送経路を通知することができるようになっている。

【0034】このような輻輳回避システムの各エッジ装置23、24と各ノード装置25₁, ..., 25_nには、ATM網20内でのみ定義されるコネクションレスアドレスが与えられている。送信元エッジ装置23には送信元エッジアドレスが、宛先エッジ装置24には宛先エッジアドレスが、各ノード装置25₁, ..., 25_nにはノードアドレスがそれぞれ与えられている。ノード装置25₁, ..., 25_nには、それぞれにルーティングテーブル

を有しており、半固定的な転送経路が定義されている。したがって、送信元ユーザLAN 21から発生したユーザパケットが送信元エッジ装置23を介してATM網20に流入すると、各ノード装置25₁, ..., 25_nでは流入したユーザパケットの持つ宛先エッジアドレスからそれぞれのルーティングテーブルを参照する。そして、このルーティングテーブルに基づいて次の転送先を決定しながらいくつかのノード装置を経て、宛先エッジ装置24に到達するようになっている。宛先エッジ装置24に到達したユーザパケットは、このユーザパケットの宛先である宛先ユーザLAN 22に送出される。

【0035】次に、このような輻輳回避システムの把握を容易にするために、このシステムが検出する輻輳を特定して回避する原理について説明してから、この輻輳回避システムの各構成要素について説明を行う。

【0036】この輻輳回避システムが特徴とするところは、ATM網上のコネクションレストラヒックを転送するときに発生する輻輳を検出し、これを回避するところにある。まず、この輻輳回避システムが検出する輻輳について説明する。

【0037】この輻輳回避システムでは検出する輻輳を2種類に分類しており、それぞれ外部ブロッキングと内部ブロッキングと呼ぶ。

【0038】外部ブロッキングは、ATM網から宛先エッジ装置に流入するトラヒックが、宛先エッジ装置から

$$\sum_i V_{in_i} > V_{OUT}$$

【0041】また内部ブロッキングは、上述のような外部ブロッキングが発生しない条件のもとで、ATM網内で発生する輻輳のことをいう。

【0042】図3はこの内部ブロッキングによる輻輳の発生原理を説明するための説明図である。図2に示す外部ブロッキングの発生原理説明図と同一要素部分には同一符号を付し、説明を適宜省略している。ここでユーザパケットの転送経路途中のノード装置30に着目する。内部ブロッキングは外部ブロッキングが発生しない条件のもとで、ATM網内で発生する輻輳のことであるから、このノード装置30から流出可能な速度33を

$$\sum_j V_{in_j} > V_{link} \quad (\text{但し、} j=1,2) \quad \dots (2)$$

かつ

$$\sum_i V_{in_i} < V_{OUT} \quad (\text{但し、} i=1,2,3,4) \quad \dots (3)$$

【0044】これらのような輻輳を検出して回避するために、この輻輳回避システムではユーザパケットとは別にネットワーク内にRM (Resource Management) パケットとBRM (Backward Resource Management) パケットを定義している。RMパケットは各送信元エッジ装置23から定期的に宛先エッジ装置24に転送するよう

宛先ユーザLANに流出可能な転送速度より大きい場合に輻輳として発生する。

【0039】図2はこのような外部ブロッキングによる輻輳の発生原理を説明するための説明図である。外部ブロッキングについての説明を簡略にするために、ATM網27上のユーザネットワークとの境界に送信元エッジ装置28₁, ..., 28_nと宛先エッジ装置29と、ノード装置30₁, 30₂とから構成されているものとする。そして、各送信元エッジ装置28₁, ..., 28_nがそれぞれ収容する送信元ユーザLANからは宛先エッジ装置29が収容する宛先ユーザLANに対してユーザパケットが転送されるものとする。ここで、送信元エッジ装置28₁からノード装置30₁を経由するトラヒック速度をV_{IN1}、送信元エッジ装置28₂からノード装置30₁を経由するトラヒック速度をV_{IN2}、送信元エッジ装置28₁からノード装置30₂を経由するトラヒック速度をV_{IN3}、送信元エッジ装置28_nからノード装置30₂を経由するトラヒック速度をV_{IN4}と表わす。さらに、宛先エッジ装置29から宛先ユーザLANに転送可能なLAN速度をV_{OUT}と表わすと、ATM網27から宛先エッジ装置29に流入するトラヒックの総和31は、V_{IN1}~V_{IN4}の総和であるから、外部ブロッキングが発生する条件は次の(1)式で表わすことができる。

【0040】

【数1】

$$(\text{但し、} i=1,2,3,4) \quad \dots (1)$$

V_{link}と表わすと、①ノード装置30₁へ流入するトラヒックの総和32がこのノード装置30₁から流出可能な速度V_{link}より大きく、②ATM網27から宛先エッジ装置29に流入するトラヒックの総和34が宛先エッジ装置29から宛先ユーザLANへ転送可能なLAN速度V_{OUT}より小さい場合に、ノード装置30₁で内部ブロッキングが発生する。すなわち、内部ブロッキングが発生する条件は次の(2)および(3)式で表わすことができる。

【0043】

【数2】

になっている。一方、BRMパケットは宛先エッジ装置24においてこのRMパケットの応答パケットとして送信元エッジ装置23に返送するようになっている。RMパケットおよびBRMパケットはユーザパケットと同様に宛先情報に基づいて各ノード装置25₁, ..., 25_nで中継されながら転送される。

【0045】さらに送信元エッジ装置23では送信元ユーザLAN21からATM網20に流入するトラヒックの平均流入速度をトラヒックの宛先エッジ装置24ごとに計測し、RMパケットに記入するようになっている。また、宛先エッジ装置24では、個々の送信元エッジ装置から送られてくるRMパケットに記入されている平均流入速度を監視するようになっている。

【0046】これまで説明した外部ブロッキングは送信元エッジ装置23で測定した平均流入速度をRMパケットで通知することによって宛先エッジ装置で検出することができる。すなわち、宛先エッジ装置24はRMパケットにより通知された平均流入速度より(1)式で表わされる外部ブロッキングを検出する。そしてこの外部ブロッキングの発生通知と宛先エッジ装置で許容可能な平均流入速度をBRMパケットで送信元エッジ装置23に通知して送信元エッジ装置23において平均流入速度を規制するようにすれば、外部ブロッキングによる輻輳を解消することができるようになる。

【0047】一方、内部ブロッキングは送信元エッジ装置23で検出することができる。各ノード装置25₁, ..., 25_nで(2)式で表わされる輻輳を検出して輻輳情報としてRMパケットで通知し、宛先エッジ装置24からBRMパケットで返送する。そして送信元エッジ装置23において、BRMパケットにより上述の(3)式に基づく外部ブロッキングの発生通知と各ノード装置25₁, ..., 25_nにおける輻輳情報により内部ブロッキングの発生を検出することができる。内部ブロッキングはネットワーク全体のリソース使用状況に依存するため、ネットワーク装置26に転送経路の変更や網内リソースの割り当て変更の依頼を通知することによって、内部ブロッキングによる輻輳を解消することができるようになる。

【0048】図4はこのようなRMパケットのフォーマット構成を表わしたものである。このRMパケット35は、従来のATMパケットと同様のパケットヘッダ36と、ペイロード37から構成されている。RMパケットのペイロード37には、送信元エッジ装置を識別する送信元エッジアドレス38と、宛先エッジ装置を識別する宛先エッジアドレス39と、送信元エッジ装置で計測されたATM網に流入するトラヒックの平均流入速度40と、ノード装置内で発生する輻輳の発生有無とノード装置を識別するノードアドレスと輻輳レベルからなる輻輳情報41が記入されるようになっている。送信元エッジ装置はこのようなRMパケットを定期的に送出する。このようなRMパケットを受け取った宛先エッジ装置は、応答パケットとしてBRMパケットを返送する。

【0049】図5はこのBRMパケットのフォーマット構成を表わしたものである。このBRMパケット42は、従来のATMパケットと同様のパケットヘッダ43と、ペイロード44から構成されている。BRMパケッ

トのペイロード44には、送信元エッジ装置を識別する送信元エッジアドレス45と、宛先エッジ装置を識別する宛先エッジアドレス46と、送信元エッジ装置で計測されたATM網に流入するトラヒックの平均流入速度47と、外部ブロッキングの発生の有無と送信元エッジ装置に外部ブロッキングが発生しない許容可能な平均流入速度である許容流入速度48と、輻輳情報49とから構成されている。輻輳情報49には、輻輳発生の有無や輻輳発生箇所のノード装置のノードアドレスや輻輳レベル情報が記入されている。

【0050】次にこのようなRMパケットやBRMパケットを用いて輻輳を検出して回避する輻輳回避システムの各要部構成について詳細に説明を行う。

【0051】図6は、図1に示した輻輳回避システムの送信元エッジ装置の構成の要部を具体的に表わしたものである。この送信元エッジ装置60は、平均流入速度制御部61と、トンネリング制御部62と、RMパケット挿入部63と、BRMパケット検出部64と、輻輳監視部65とを有している。送信元ユーザLAN21からATM網20に流入するトラヒック66は、この送信元エッジ装置60の平均流入速度61に入力され、宛先エッジ装置からBRMパケットに記入された許容流入速度67を越えないように、このトラヒック66の平均流入速度が規制される。また、許容流入速度67を越えるトラヒックは廃棄される。また、平均流入速度制御部61では、宛先エッジアドレスごとに流入パケットの平均流入速度が計測され、平均流入速度計測結果68がRMパケット挿入部63に通知されるようになっている。平均流入速度制御部61によって平均流入速度が規制されたトラヒックは、トンネリング制御部62に入力される。

【0052】平均流入速度制御部61からのトラヒックが入力されたトンネリング制御部62は内部ブロッキングによる輻輳発生時のみ機能する。内部ブロッキングによる輻輳発生時はこのトンネリング制御部62によって内部ブロッキングの発生している経路を通過するトラヒックに対してパケット単位にルーズソースルーティングが実行され、RMパケット挿入部63に転送される。このルーズソースルーティングによれば、経由するノード装置のノードアドレスのリストを転送パケットに付与することによって、転送経路の変更を実現することができる。転送パケットに付与するノード装置のノードアドレスリスト69は、ネットワーク監視装置26から輻輳監視部65を介してこのトンネリング制御部62に通知される。また内部ブロッキングの発生している経路を通過しないトラヒックは、ルーズソースルーティングされず、そのままRMパケット挿入部63に転送される。なお、ルーズソースルーティングについての詳細は後述する。

【0053】RMパケット挿入部63は、平均流入速度制御部61で計測された平均流入速度68を、RMパケ

ットの図4に示したRMパケットフォーマット構成の平均流入速度40のフィールドに記入するとともに、宛先エッジアドレスにより分類されたトラヒック単位に定期的にこのRMパケットを挿入するようになっている。このRMパケット挿入部63からの送出トラヒック70は、ATM網20に流入し、ノード装置25₁, ..., 25_nを介して宛先エッジ装置22に到達することになる。

【0054】ATM網20から送信元ユーザLAN21へのトラヒック71は、BRMパケット検出部64に入力され、トラヒック71のBRMパケットを検出し、図5に示したBRMパケットフォーマット構成の送信元アドレス45と宛先アドレス46と許容流入速度48と輻輳情報49に記入されている輻輳回避のための情報を輻輳検出情報72として輻輳監視部65に通知するようになっている。この輻輳監視部65は輻輳検出情報72を監視し、外部ブロッキングの発生時は、輻輳検出情報72から許容流入速度67を平均流入速度制御部61に通知する。これまで説明したように平均流入速度制御部61は、この許容流入速度67に基づいて送信元ユーザLAN21からATM網20に流入するトラヒックを制御するようになっている。さらに輻輳監視部65は、この輻輳検出情報72を参照して、外部ブロッキングの発生は無いがトラヒックの経路上のノード装置で輻輳発生の通知があるときには、ネットワーク監視装置26に内部ブロッキング輻輳情報73を通知するようになっている。この内部ブロッキング輻輳情報73は、輻輳検出情報72より抽出した送信元エッジアドレスと宛先エッジアドレスと輻輳が発生したノードアドレスより構成される。

【0055】図7は、図1に示した輻輳回避システムの宛先エッジ装置の構成の要部を具体的に表わしたものである。この宛先エッジ装置75は、平均流入速度監視部76と、許容流入速度判定部77と、BRMパケット挿入部78とを有している。ATM網20から宛先ユーザLAN22に流出するトラヒック79は、この宛先エッジ装置の平均流入速度監視部76に入力され、定期的に転送されてくるRMパケットを抽出する一方、それ以外のユーザパケットを宛先ユーザLAN22へのトラヒック80としてそのまま転送する。抽出したRMパケットは、このRMパケットの応答パケット81としてBRMパケット挿入部80へ送出されるとともに、RMパケットの図4に示すRMパケットフォーマット構成の平均流入速度40のフィールドを参照して、送信元エッジ装置23から流入する平均流入速度82を許容流入速度判定部77に通知するようになっている。

【0056】許容流入速度判定部77は、このようにして通知された平均流入速度82の総和をとるようになっている。この総和が宛先ユーザLAN22に送出するリンク速度VOUTより大きい場合、外部ブロッキングに

よる輻輳が発生したと判断し、それぞれの送信元エッジ装置23に対して許容する許容平均流入速度を決定するようになっている。例えば、M個の送信元エッジ装置からこの宛先エッジ装置にトラヒックを転送中であるときには、M個の全ての送信元エッジ装置には同じ許容平均流入速度を与えるようにすることができる。このときには許容流入速度判定部77では、「許容平均流入速度=VOUT÷M」として許容平均流入速度を決定することになる。さらに許容流入速度判定部77は、この外部ブロッキング発生の有無と上述のように決定した許容平均流入速度を輻輳通知情報83としてBRMパケット挿入部78に通知するようになっている。

【0057】BRMパケット挿入部78は、平均流入速度監視部76より受信したRMパケットの応答パケット81をBRMパケットに変更して、図5に示したBRMパケットフォーマット構成の許容流入速度48のフィールドには、許容流入速度判定部77による外部ブロッキング発生の有無と許容平均流入速度からなる輻輳通知情報83を記入して送信元エッジ装置23に送り返すようになっている。

【0058】図8は、図1に示した輻輳回避システムのノード装置の構成の要部を具体的に表わしたものである。このノード装置86は、N本の入力インタフェースが入力されるスイッチング部87と、輻輳検出部88と、ルーティングテーブル89と、N本の出力インタフェースにそれぞれ対応したインタフェース部90₁, ..., 90_nとを有している。また、インタフェース部90₁, ..., 90_nそれぞれには、RMパケット書換部91₁, ..., 91_nを有している。

【0059】輻輳検出部88は、ノード装置内で発生する輻輳を監視し、輻輳発生の有無とこのノード装置のノードアドレスと輻輳レベルからなる自ノード輻輳情報92を、輻輳の影響を受けるインタフェース部に対応するRMパケット書換部に通知するようになっている。RMパケット書換部91₁, ..., 91_nは、通過するRMパケットに対して、この自ノード輻輳情報92を記入する。

【0060】スイッチング部87は、入力インタフェースから入力される転送パケットに付与されている宛先エッジアドレスからルーティングテーブル89に基づいて、次の転送先のノード装置もしくは宛先エッジ装置を決定して対応する出力インタフェースから送出するように転送経路を切り換えるようになっている。

【0061】図9はこのようなノード装置のルーティングテーブルの構成を表わしたものである。このルーティングテーブル100は、半固定で、宛先エッジアドレス101に対応する転送リンク102を格納するように構成されている。ノード装置にパケットが流入すると、ルーティングテーブル100を参照して、例えばパケットに付加されている宛先エッジアドレス“a”に対応する転送リンクを求め、この場合転送リンク“1”に対応す

る出力インタフェースからパケットが送出されるようになっている。

【0062】図10は、図1に示した輻輳回避システムのネットワーク監視装置の構成の要部を具体的に表わしたものである。このネットワーク監視装置103は、エッジ装置インタフェース部104と、経路判定部105と、経路データベース106と、ATM管理インタフェース部107とを有している。エッジ装置インタフェース部104は、図1に示すようにネットワーク監視装置26と送信元エッジ装置23とを接続するインタフェースであり、送信元エッジ装置23から検出した輻輳発生の有無と輻輳情報が通知され、このネットワーク監視装置103からは経路変更通知が送信元エッジ装置のトンネリング制御部62へ通知されるようになっている。

【0063】経路判定部105は、このエッジ装置インタフェース部104を介して送信元エッジ装置23から送られてきた内部ブロッキング輻輳情報73より輻輳箇所を特定して、その輻輳箇所を回避するように転送経路の変更を行う。経路データベース106は、この経路判定部105が経路変更のために検索するデータベースであり、送信元エッジアドレスから宛先エッジアドレスへの転送経路情報を有している。

【0064】図11はこのようなネットワーク監視装置の経路データベースの構成を表わしたものである。この経路データベース110は、送信元エッジ装置を識別する送信元エッジアドレス111と、宛先エッジ装置を識別する宛先エッジアドレス112と、この送信元エッジアドレス111と宛先エッジアドレス112を組として対応する複数の経路を識別する経路候補番号113と、この送信元エッジアドレス111と宛先エッジアドレス112との組に対応してそれぞれの経路上にあるノード装置のノードアドレスをリスト形態とするトンネリングアドレス114₁、114₂、…、114_nを格納するように構成されており、帳票の構造をもつ。経路候補番号113にある“default”は、各ノード装置が有するデフォルトのルーティング情報である。しかし他の経路候補の経路情報は、ルーズソースルーティングによりユーザパケットを任意の経路に転送するために、転送経路上の1番目のノード装置のノードアドレス、2番目のノード装置のノードアドレス、…、最後のノード装置のノードアドレスというリスト形態となる。このトンネリングアドレスは、必ずしも転送経路上の全てのノード装置のノードアドレスリストである必要はなく、必要一部のノード装置のノードアドレスリストのみでよい。

【0065】経路判定部105は、送信元エッジ装置より内部ブロッキングによる輻輳の発生が通知されると、このような経路データベース106を送信元エッジアドレスと宛先エッジアドレスの組を検索キーとして検索する。この検索によって、通知された内部ブロッキングによる輻輳が発生したノード装置を回避できる経路を1つ

選択して、エッジ装置インタフェース部104を介して送信元エッジ装置に通知するようになっている。

【0066】ATM管理インタフェース部107は、このような経路変更で輻輳が回避できない場合、ATM網20内のコネクションレスデータの転送に割り当てられている網内リソースを変更する必要があるため、ATM網の図示しない管理システムに対してこの網内リソースの変更（例えばVPIリンク速度）要求を出力するインタフェースである。

【0067】次に、このような転送経路情報のトンネリングアドレス114₁、114₂、…、114_nを用いるルーズソースルーティングについて説明する。このルーズソースルーティングを実行すれば、送信元エッジ装置23のトンネリング制御部62において、これまで説明したようなリスト形態の転送経路のノードアドレスリストをもとに、各ノード装置25₁、…、25_nに設定されている転送経路情報を変更することなくATM網20の転送経路を柔軟に変更することができるようになる。ソースルーティングが経路上の全てのノード装置のノードアドレスを各転送パケットに付加するのに対して、ルーズソースルーティングは必要な一部のノード装置のノードアドレスのみを付加すればよい。ルーズソースルーティングでは、必要なノード装置のノードアドレスのリストと、ノードアドレスのリスト中のどのノードアドレスまで転送が進んでいるかを示すポインタが各転送パケットに付与されるようになっている。そして、ノード装置は各パケットの転送においてノードアドレスのリストの中からポインタで示されるノードアドレスを取り出し、そのノードアドレスに基づいてルーティングテーブルを参照して転送経路を決めるようになっている。この際、自ノード装置のノードアドレスが参照されるノードアドレスと一致したときにはポインタを1つ進めてノードアドレスリストの次のノードアドレスを取り出して、同様にノードアドレスに基づいてルーティングテーブルより転送経路を決定する。

【0068】このようにルーズソースルーティングによれば、各ノード装置には通常のパケット転送で使用するルーティングテーブルを備え、送信元エッジ装置において転送パケットにルーズソースルーティングの情報を付与することによって、ノード装置が有するルーティングテーブルの情報を変更することなく、転送パケットの任意の転送経路を容易に、かつ柔軟に変更できるようになる。

【0069】送信元エッジ装置23で検出された内部ブロッキングによる輻輳の発生をエッジ装置インタフェース部104経由で通知されたネットワーク装置26は、経路判定部105において経路データベース106に基づいて内部ブロッキングによる輻輳が発生したノード装置を回避できる転送経路を検索する。そしてこの検索結果を、これまで説明したようなルーズソースルーティン

グで用いるノードアドレスリストとして送信元エッジ装置23のトンネリング制御部62に通知する。このように内部ブロッキングによる輻輳の発生時には、送信元エッジ装置23のトンネリング制御部62は通知されたノードアドレスリストを転送パケットに付与してATM網に転送することによって、ルーズソースルーティングによりこの内部ブロッキングによる輻輳が発生したノード装置を回避するような転送経路への変更を行うようになっている。

【0070】このようなルーズソースルーティングに関する技術は、例えば特願平9-202591号公報「ATM網におけるIPパケットのルーズソースルーティング方式」に開示されている。この技術では、ルーズソースルーティングをセルベースでそれぞれのノードアドレスに対応してBOM (Beginning Of Message)を追加するようにして実現しているが、他に従来のIPパケットベースのルーズソースルーティングに関する技術も知られている。

【0071】次にこれまで説明した要部構成を有する本実施例における輻輳回避システムの動作について説明する。

【0072】図12は、これまで説明したようなRMパケットおよびBRMパケットによる輻輳の検出と回避を行う輻輳回避システムの動作原理を説明するための説明図である。この輻輳回避システムでは、ATM網120と、第1の送信元ユーザLAN121₁と、第2の送信元ユーザLAN121₂と、宛先ユーザLAN122とを有している。ATM網120と第1の送信元ユーザLAN121₁との境界には送信元エッジ装置123₁が、ATM網120と第2の送信元ユーザLAN121₂との境界には送信元エッジ装置123₂が、ATM120と宛先ユーザLAN122との境界には宛先エッジ装置124が、それぞれ配置されている。ATM網120内の送信元エッジ装置123₁、123₂それぞれと宛先エッジ装置124との間には中継ノードとしてノード装置125₁、125₂が接続されている。

【0073】送信元エッジ装置123₁、123₂はこれまで説明したように図6で表わされる要部構成である。また宛先エッジ装置124もこれまで説明したように図7で表わされる要部構成である。さらにノード装置125₁、125₂もこれまで説明したように図8で表わされる要部構成である。

【0074】このような輻輳回避システムにおいて、送信元ユーザLAN121₁、121₂それぞれからATM網120を介して宛先ユーザLAN122に対してユーザパケットが転送され、最初の時点では送信元エッジ装置123₁、123₂においては内部ブロッキングによる輻輳が発生していないものとする。

【0075】送信元ユーザLAN121₁、121₂からユーザパケットを送出するときには、そのパケットヘッ

ダ部にIP (Internet Protocol) アドレスを付与して送出するようになっている。送信元ユーザLAN121₁、121₂を収容するそれぞれの送信元エッジ装置123₁、123₂は、このように送信元ユーザLANから送出されたユーザパケットを中間フレームに収容し、この中間フレームにおいて定義されているヘッダ位置に、転送先となる宛先エッジ装置124に割り当てられている宛先エッジアドレスと、それぞれの送信元エッジ装置123₁、123₂に割り当てられている送信元エッジアドレスを書き込む。

【0076】図13はこのようなユーザLANから送出されるユーザパケットがATMセルに変換されるそれぞれのフォーマット構成を表わしたものである。図13

(a) に示すユーザパケット140は、IPv4 (Internet Protocol Version 4) の送信元アドレス (Source Address: SA) 141と宛先アドレス (Destination Address: DA) 142と、データ領域143とを有している。送信元ユーザLANから送出されたユーザパケット (IPv4) 140は、送信元エッジ装置において図13 (b) に示す中間フレーム144に収容されるが、このときユーザパケットの有する送信元IPアドレス141と宛先IPアドレス142に対応する送信元エッジアドレス145と宛先エッジアドレス146が、中間フレーム内のヘッダ部に定義されるようになっている。ユーザパケット (IPv4) 140のデータ領域143は、そのまま中間フレーム (IPv6) 144のデータ領域147になる。この中間フレーム (IPv6) は、図13の (c) に示すATMアダプテーション・レイヤ (ATM Adaptation Layer: AAL) のタイプ5でCPCS-PDU (Common Part Convergence Sublayer-Protocol Data Unit) 148の構成にトレイラ149を付加することによって変換される。そしてこのCPCS-PDU構成のデータを図13の (d) に示す固定長のセル150₁、150₂、…、150_nに分解し、それぞれのBOM151とCOM (Continuation Of Message) 152、EOM (End Of Message) 153にはヘッダ154₁、154₂、…、154_nを付加してATM網に転送する。

【0077】図12に戻って説明を続ける。以下では、このような中間フレームをパケットと呼び、ユーザLAN上のユーザパケットと区別する。

【0078】送信元ユーザLANからの121₁、121₂それぞれからの宛先ユーザLAN122へのユーザパケットを収容した送信元エッジ装置123₁、123₂において、これまで説明したような中間フレームのパケットに変更された後ATM網120に流入する。なお、この時点では内部ブロッキングによる輻輳は発生していないとしたので、トンネリング制御部62を素通りする。その後、それぞれの宛先エッジアドレスに基づいてノード装置125₁、125₂の図9で示したようなルー

ティングテーブルにより決定されたパケット転送経路を経由し、宛先エッジ装置124に到着後ユーザパケットに戻されてから宛先ユーザLAN122に送出される。

【0079】ところで、それぞれの送信元エッジ装置123₁、123₂では、その要部を構成するRMパケット挿入部63によって、このパケットの宛先となる宛先エッジ装置124に対して定期的にRMパケット126₁、126₂が転送されるようになっている。このRMパケット126₁、126₂の図4で示したRMパケットフォーマット構成の平均流入速度40のフィールドには、それぞれの送信元エッジ装置の図6に示す平均流入速度制御部61がパケットの宛先エッジ装置ごとに測定した平均流入速度127₁、127₂がRMパケット挿入部によって書き込まれている。この平均流入速度制御部61で測定されたATM網へ流入するパケットの平均流入速度は、これまで説明した外部ブロッキングや内部ブロッキングによる輻輳の発生を検出に用いられる。

【0080】それぞれのノード装置125₁、125₂では、転送されてくるパケットに付与されている宛先エッジアドレスに基づき、次の転送先のノード装置あるいはエッジ装置を決定しパケットを転送する。このとき、ノード装置125₁、125₂の図8に示す輻輳検出部88では、自ノード装置内部の輻輳状況を監視し、輻輳の影響を受けるインタフェース部のRMパケット書換部が輻輳発生の有無と自ノード装置のノードアドレスと輻輳レベルからなる輻輳情報128₁、128₂を通過するRMパケットの図4に示す輻輳情報41に書き込む。例えば、ノード装置125₁内で輻輳を検出したとすると、この輻輳の影響を受けるインタフェース部のRMパケット書換部にノード装置125₁内での輻輳発生とノード装置125₁のノードアドレスと検出した輻輳の輻輳レベルからなる輻輳情報128₁を通知し、通過するRMパケットの輻輳情報フィールド41に書き込む。

【0081】このようにして宛先エッジ装置124に到達したパケットは、宛先エッジ装置124の図7に示す平均流入速度監視部76によってRMパケットが検出され、RMパケット以外のパケットはそのまま宛先ユーザLAN122に送出されるようになっている。この平均流入速度監視部76によって検出されたRMパケットは、宛先エッジ装置124の図7に示すBRMパケット挿入部78に送られて、それぞれBRMパケット129₁、129₂として送信元エッジ装置123₁、123₂に送り返されるようになっている。また平均流入速度監視部76は、RMパケットのフィールド40を参照して、各送信元エッジ装置123₁、123₂から転送されてくるトラヒックの平均流入速度を許容流入速度判定部77に通知する。

【0082】宛先エッジ装置124は中央処理装置(Central Processing Unit: CPU)130を有しており、許容流入速度判定部77に通知された個々の送信元

エッジ装置の平均流入速度より、この宛先エッジ装置124に流入するトラヒックの総和を求めるようになっている。許容流入速度判定部77では、この総和が宛先ユーザLAN122に送出するリンク速度として所定のVOUTより大きい場合、外部ブロッキングによる輻輳が発生したと判断する。

【0083】外部ブロッキングによる輻輳を回避するためには、宛先ユーザLAN122に転送可能なリンク速度VOUTをネットワーク運用中に増加させることができないので、ATM網側から宛先エッジ装置124に流入するトラヒックの総和を下げるようにする必要がある。そこで、この外部ブロッキングによる輻輳の発生が判断されると、許容流入速度判定部77においてこれまで説明したような許容平均流入速度を決定し、BRMパケット挿入部78に外部ブロッキングの発生の有無とともに通知するようになっている。ここで決定する許容平均流入速度は、これまで説明したように例えばM個の送信元エッジ装置に対して同じ平均許容平均流入速度を与えるときには、「許容平均流入速度=VOUT÷M」として決定することができる。

【0084】宛先エッジ装置124の図7に示すBRMパケット挿入部78は、平均流入速度監視部76から受信したRMパケットをBRMパケットに変更して送信元エッジ装置に送り返すが、この際にBRMパケットの図5に示すフォーマット構成の許容流入速度フィールド48に、許容流入速度判定部77より通知される外部ブロッキングの発生の有無と許容流入速度を記入するようになっている。

【0085】このようにしてRMパケットと同じ経路を逆にたどって送り返されてきたBRMパケット129₁、129₂は、送信元エッジ装置123₁、123₂の図6で示すBRMパケット検出部71に入力され、BRMパケットのフィールド48に記入されている外部ブロッキングの発生の有無と許容流入速度(131₁、131₂)をそれぞれの輻輳監視部65に通知する。輻輳監視部65では、外部ブロッキングの発生が通知されたときには、BRMパケット検出部71より通知された許容平均流入速度を平均流入速度制御部61に通知し、この通知を受けた平均流入速度制御部61は宛先エッジ装置へのトラヒックの平均流入速度が通知された許容平均流入速度を越えない(宛先エッジ装置へのトラヒックの平均流入速度が通知された許容平均流入速度以下になる)ように規制するようになっている。

【0086】このように宛先エッジ装置124に流入するトラヒックの総和は、各送信元エッジ装置123₁、123₂に流入するトラヒックの平均流入速度がフィールドバック制御されることによって、宛先エッジ装置124から宛先ユーザLAN122に転送可能なリンク速度VOUT以下になり、外部ブロッキングによる輻輳を自律的に解消することができるようになる。

【0087】また、BRMパケットが送り返されてきた送信元エッジ装置123i, 123jでは、BRMパケットの図5に示す平均流入速度のフィールド48を参照して外部ブロッキングによる輻輳の発生通知が無く、同様に図5に示す輻輳情報のフィールド49を参照して転送経路上のノード装置内部において輻輳の発生通知があるときには、内部ブロッキングによる輻輳が発生したと判断するようになっている。

【0088】内部ブロッキングによる輻輳は、これまで説明したように送信元エッジ装置123i, 123jから宛先エッジ装置124の間のトラヒックを下げても解消するとは限らない。これは送信元エッジ装置123i, 123jから宛先エッジ装置124へのATM網120の経路上において輻輳が発生していることであるため、この経路上に割り当てられているリンク速度などのネットワークリソースを増加させるか、経路自身を変更するなどネットワーク全体のリソース変更を行う必要がある。そこで、図12には図示しないネットワーク監視装置は、ATM網120全体を監視して制御しており、送信元エッジ装置123iに送り返されたBRMパケット129はBRMパケット検出部64により、BRMパケットに記入されている送信元エッジアドレスと宛先エッジアドレスと内部ブロッキングの発生による図5に示す輻輳情報49が輻輳監視部65通知されるようになっている。

【0089】このように内部ブロッキングの発生を通知されたネットワーク監視装置は、図10に示す要部構成をしており、エッジ装置インタフェース部104を介して個々の送信元エッジ装置より輻輳情報が通知される。ネットワーク監視装置の経路判定部105は、通知された内部ブロッキングによる輻輳情報から送信元エッジアドレスおよび宛先エッジアドレスの組を検索キーとして経路データベース106を検索し、複数の経路情報からこの通知された輻輳が発生した経路を避けるような経路を選択して、送信元エッジ装置にのみ通知するようになっている。これまで説明したように、この輻輳回避システムではルーズソースルーティングにより、送信元エッジ装置にのみノード装置のノードアドレスリストを通知すれば、ノード装置に有するルーティングリストを変更することなく、柔軟に転送経路を変更することができるようになっている。以降この送信元エッジアドレスから宛先エッジアドレスへのパケットは、この変更された新しい経路で転送される。

【0090】このネットワーク監視装置からノード装置にのノードアドレスリストが通知された送信元エッジ装置は、図6に示す輻輳監視部65を介してトンネリング制御部62において、内部ブロッキングによる輻輳が発生している宛先エッジアドレス宛てのパケットに関して、この通知されたノードアドレスリストを付与してATM網120に転送する。

【0091】しかしこのように経路データベースで検索した経路に変更しても輻輳を回避できないときには、ATM網120内のコネクションレスデータの転送に割り当てられているATM網内のリソースを変更する必要があり、ネットワーク監視装置は図10に示すATM管理部インタフェース部107を介して図示しないATM網の管理システムに網内リソース（例えばVPリンク速度）の変更を要求するようになっている。

【0092】このように送信元エッジ装置は、宛先エッジ装置で検出した外部ブロッキングによる輻輳の発生の検出結果と、転送経路上のノード装置内で発生した輻輳をBRMパケットにより知ることができるため、内部ブロッキングによる輻輳の発生を判断することができるようになる。そして、内部ブロッキングによる輻輳の発生とその輻輳情報を、ネットワーク全体を監視するネットワーク監視装置に通知することによって、内部ブロッキングによる輻輳が発生した経路を避けるような経路候補を検索して、送信元エッジ装置にルーズソースルーティングによって転送経路を変更させることによって内部ブロッキングによる輻輳を回避することができるようになる。また、経路変更によって内部ブロッキングによる輻輳を回避することができない場合は、さらにネットワークの管理システムに対してネットワークのコンフィギュレーションを変更するように要求することによって、内部ブロッキングによる輻輳を動的に回避して、この輻輳を解消することができるようになる。

【0093】なお本実施例では、輻輳を検出して回避するために、特定の packets をRMパケットおよびBRMパケットとして定義したが、セルとしてRMセルおよびBRMセルとして定義することもできる。

【0094】また本実施例では、送信元エッジ装置と宛先エッジ装置を機能的に区別して記載しているが、同じエッジ装置として統合することができる。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明によれば、送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへ転送するパケットに対して、送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度を計測するようにした。そして送信元ごとの平均流入速度の総和を求め、宛先ユーザネットワークへの転送速度より大きいときには第1の輻輳として検出するようにした。また、この第1の輻輳を検出すると、送信元ごとの平均流入速度の総和と宛先ユーザネットワークへの転送速度より算出した許容流入速度を通知して、送信元ユーザネットワークから流入する転送パケットの速度をこの通知された許容流入速度を越えないように規制するようにした。これにより、ユーザネットワークとコネクションレスデータを転送するATM網の境界で発生する外部ブロッキングによる輻輳を簡易な演算で検出することができるようになる。さらに許容流入速度を算出して、ユーザ

ネットワークからATM網へのパケットの流入速度を規制するようにしたので、この輻輳回避システムによれば外部ブロッキングによる輻輳の検出ができるばかりでなく、自律的に外部ブロッキングによる輻輳を簡易な構成で回避することができるようになる。

【0096】また請求項2記載の発明によれば、非同期転送モードにおいて送信元ユーザネットワークから宛先ユーザネットワークへの転送パケットについて、送信元ユーザネットワークから流入する平均流入速度を計測するようにし、送信元ごとの平均流入速度の総和と宛先ユーザネットワークへの転送速度を比較することによって第1の輻輳を検出するようにした。また、この平均流入速度の総和と宛先ユーザネットワークへの転送速度により許容流入速度を算出して、第1の輻輳が検出されたときには送信元ユーザネットワークから流入するパケットの平均流入速度が算出した許容流入速度を越えないように規制するようにした。さらに、送信元ユーザネットワークと宛先ユーザネットワーク間の転送パケットを中継する中継ノードにおいて発生する内部ノード輻輳を検出し、第1の輻輳が発生していないときにこの内部ノード輻輳が検出されたときには第2の輻輳の発生を検出するようにしている。この第2の輻輳の発生が検出されたときには、転送経路データベースに基づいて、この第2の輻輳が発生したパケットの転送経路上の内部ノード輻輳が検出された中継ノードを転送経路にしないような新たな転送経路に変更するようにした。これによりユーザネットワークとコネクションレスデータを転送するATM網の境界で発生する外部ブロッキングによる輻輳を検出し、算出した許容流入速度に基づいてユーザネットワークからATM網へのパケットの流入速度を規制するようにしたので、外部ブロッキングによる輻輳の検出が簡易な演算でできるばかりでなく、自律的に外部ブロッキングによる輻輳を回避することができるようになる。さらにこのようなATM網の中継ノード内で発生する内部ノード輻輳を検出し、第1の輻輳が検出されないときには第2の輻輳として内部ブロッキングによる輻輳を検出することができるようになる。そして、この内部ブロッキングによる輻輳が検出されたときに転送経路データベースに登録されている複数の転送経路情報から、内部ノード輻輳が発生した中継ノードを避けるような転送経路を検索し、転送経路を変更するようにしたので、内部ブロッキングによる輻輳を検出できるばかりでなく、自律的に内部ブロッキングによる輻輳を回避することができるようになる。

【0097】さらに請求項3記載の発明によれば、第1の輻輳を検出するための平均流入速度の計測結果と第1の輻輳の検出結果の通知をそれぞれ第1と第2の輻輳管理パケットによって行うようにした。これにより、ユーザパケットに混ぜて輻輳管理パケットを転送することができるので、輻輳回避のために複雑で膨大なネットワー

ク設備を不要とし、簡易な構成で外部ブロッキングによる輻輳を自律的に回避する輻輳回避システムを実現することができるようになる。

【0098】さらに請求項4記載の発明によれば、第1の輻輳を検出するための平均流入速度の計測結果と第1の輻輳の検出結果および内部ノード輻輳検出手段の検出結果の通知をそれぞれ第1と第2の輻輳管理パケットによって行うようにした。これにより、ユーザパケットに混ぜて輻輳管理パケットを転送することができるので、輻輳回避のために複雑で膨大なネットワーク設備を不要とし、簡易な構成で外部ブロッキングによる輻輳を自律的に回避する輻輳回避システムを実現することができるようになる。

【0099】さらに請求項5記載の発明によれば、第2の輻輳は転送経路を変更しただけでは解消されない場合があるため、ネットワーク全体を監視してネットワークのリソース割り当てを行うリソース変更手段に対してリソースの割り当てを要求することによって、転送経路の変更だけでは解消できない第2の輻輳としての内部ブロッキングによる輻輳を自律的に解消できるようになる。

【0100】さらに請求項6記載の発明によれば、すべての送信元ユーザネットワークから流入する平均流入速度を同じ許容流入速度で規制するようにしたので、許容流入速度を簡易な演算で算出することができ、算出処理による負荷を軽減することができる。

【0101】さらに請求項7記載の発明によれば、内部ブロッキングによる輻輳を回避するために転送経路の変更はルーズソースルーティングを用いて行うようにしたので、ATM網内の中継ノードの設定を変更することなく、容易かつ柔軟に経路変更をすることができるようになる。さらに中継ノードの構成を簡素化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における輻輳回避システムの構成の概要を表わしたシステム構成図である。

【図2】 外部ブロッキングによる輻輳の発生原理を説明するための説明図である。

【図3】 内部ブロッキングによる輻輳の発生原理を説明するための説明図である。

【図4】 本実施例におけるRMパケットのフォーマット構成図である。

【図5】 本実施例におけるBRMパケットのフォーマット構成図である。

【図6】 本実施例における送信元エッジ装置の構成の要部を表わしたブロック図である。

【図7】 本実施例における宛先エッジ装置の構成の要部を表わしたブロック図である。

【図8】 本実施例におけるノード装置の構成の要部を表わしたブロック図である。

【図9】 本実施例におけるノード装置のルーティングテーブルの格納内容を説明するための説明図である。

【図10】 本実施例におけるネットワーク監視装置の構成の要部を表わしたブロック図である。

【図11】 本実施例におけるネットワーク監視装置の経路データベースの格納内容を説明するための説明図である。

【図12】 本実施例におけるRMパケットおよびBRMパケットによる輻輳の検出と回避の原理を説明するための説明図である。

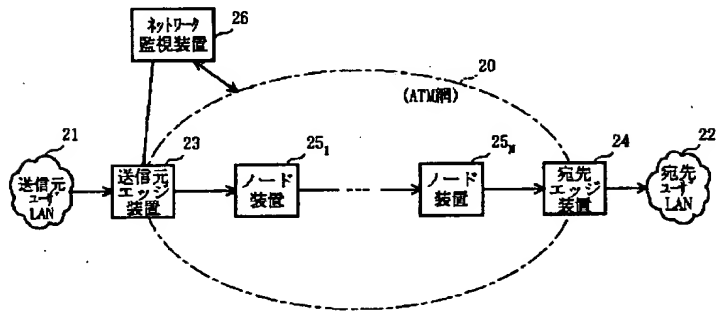
【図13】 本実施例におけるユーザパケットのフォーマット構成を表わした説明図である。

【図14】 従来提案された輻輳回避システムの原理を説明するための説明図である。

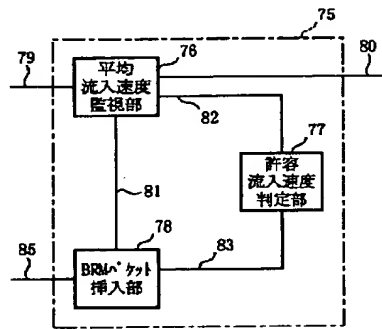
【符号の説明】

- 20 ATM網
- 21 送信元ユーザLAN
- 22 宛先ユーザLAN
- 23 送信元エッジ装置
- 24 宛先エッジ装置
- 25₁～25_N ノード装置
- 26 ネットワーク監視装置

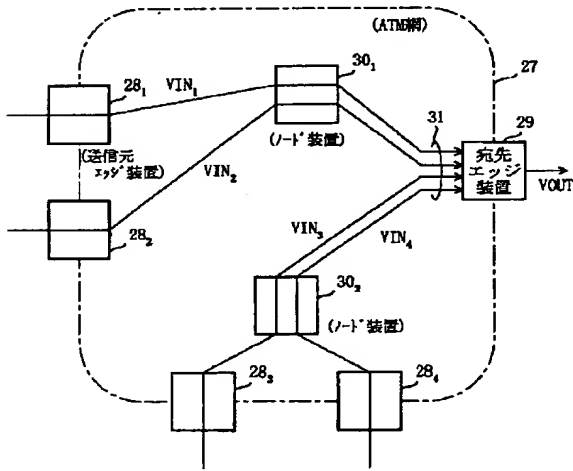
【図1】



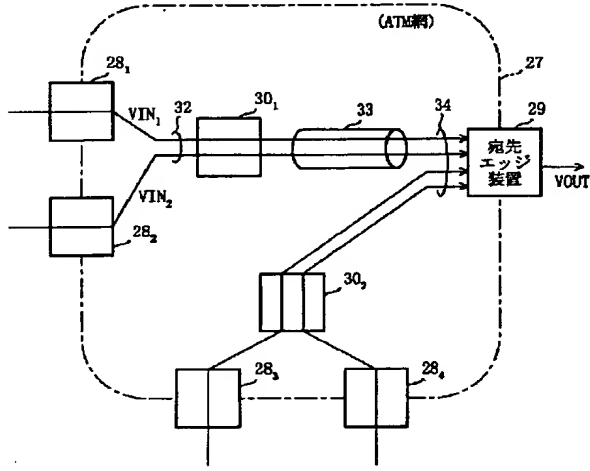
【図7】



【図2】



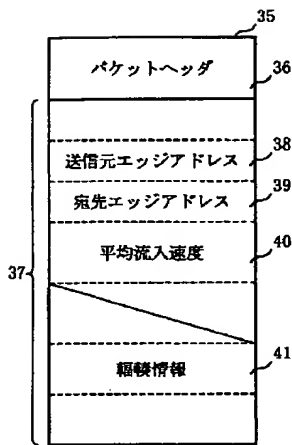
【図3】



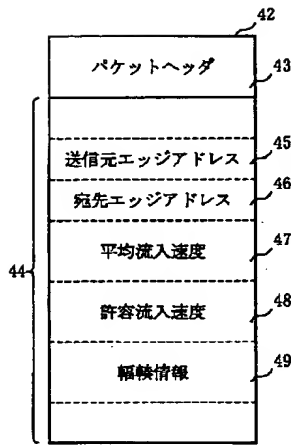
【図9】

宛先エッジ装置	転送先
a	"1"
...	...

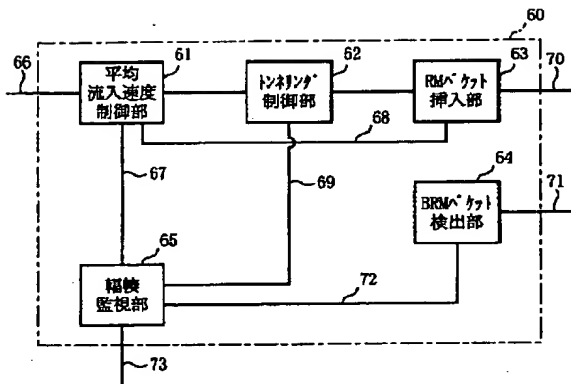
【図 4】



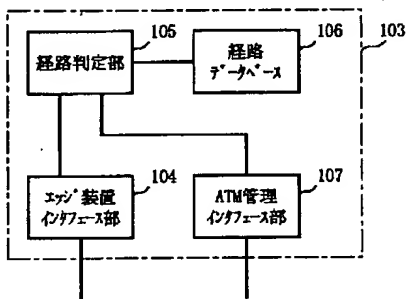
【図 5】



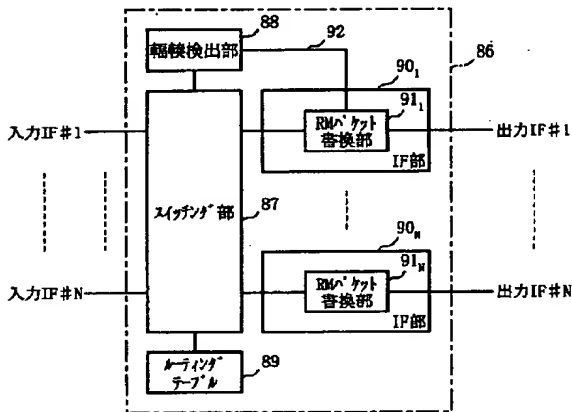
【図 6】



【図 10】



【図 8】



【図 11】

送信元 エッジアドレス	宛先 エッジアドレス	経路 候補番号	リンクアドレス			
			1st	2nd	----	Last
a	b	default			----	
		"2"	c	d	----	f
c	d	default			----	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

114₁ 114₂ 114_N

【図 14】

